

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : G02B 6/34, 6/36	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/48307 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. Oktober 1998 (29.10.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/02402 (22) Internationales Anmeldedatum: 23. April 1998 (23.04.98) (30) Prioritätsdaten: 197 17 015.3 23. April 1997 (23.04.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): INSTITUT FÜR MIKROTECHNIK MAINZ GMBH [DE/DE]; Carl-Zeiss-Strasse 18-20, D-55129 Mainz (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): EHRFELD, Wolfgang [DE/DE]; Kehlweg 22, D-55124 Mainz (DE). LACHER, Manfred [DE/DE]; Kästrich 53, D-55116 Mainz (DE). WEBER, Lutz [DE/DE]; Hauptstrasse 9, D-55288 Gabshheim (DE). PECH, Bernhard [DE/DE]; Neutorstrasse 6a, D-55118 Mainz (DE). HOSSFELD, Jens [DE/DE]; Im Hahnereck 15, D-61381 Friedrichsdorf (DE). DIEHL, Thorsten [DE/DE]; Meßbacher Strasse 6, D-64405 Fischbachtal (DE). (74) Anwälte: FUCHS, Jürgen, H. usw.; Abraham-Lincoln-Strasse 7, D-65189 Wiesbaden (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

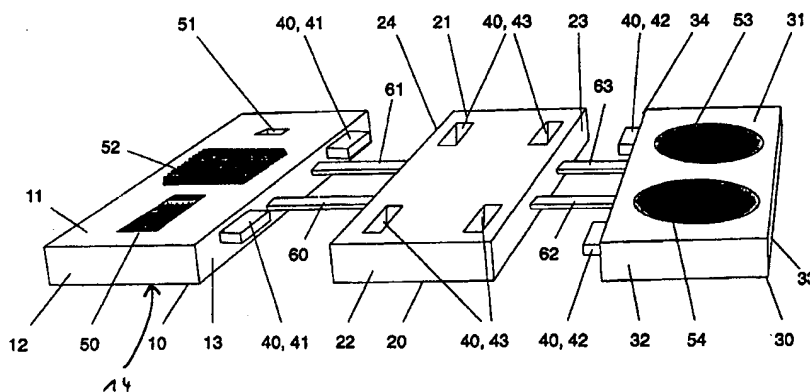
(54) Title: A MINIATURIZED OPTICAL COMPONENT, AND MANUFACTURE OF SAME

(54) Bezeichnung: MINIATURISIERTES OPTISCHES BAUELEMENT SOWIE VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG

(57) Abstract

The present invention pertains to a miniaturized optical component consisting of at least two elements (10, 30), of which at least one (10, 30) has optical microstructures (52, 53, 54). The components (10, 30) are separated by one ore more distance cast pieces (20). The components (10, 30) and the distance cast piece (20) have self-adjustable elements (40) for ensuring a precise relative adjustment when assembling such elements and the distance cast piece. The aim of the invention, which consists in facilitating assembly, can be reached as follows: the two elements are interconnected by

means of attaching fittings to form one piece. Fibre tape or a foil-type hinge can be used as an attaching fitting (60-63). According to the inventive production process, the components and the distance cast piece are manufactured in one step together with their self-adjustable elements by a moulding technique, whereby two components are made at the same time to form one piece by means of an attaching fitting.



### (57) Zusammenfassung

Es wird ein miniaturisiertes optisches Bauelement aus mindestens zwei Bauteilen (10, 30), von denen mindestens ein Bauteil (10, 30) optische Mikrostrukturen (52, 53, 54) aufweist, wobei die Bauteile (10, 30) beabstandet zueinander über mindestens einen Abstandsformkörper (20) miteinander verbunden sind, beschrieben. Die Bauteile (10, 30) und der Abstandsformkörper (20) weisen selbstjustierende Justagemittel (40) für eine präzise Relativjustage beim Zusammensetzen der Bauteile und des Abstandsformkörpers auf. Die Aufgabe der Erfindung, die Montage der Bauteile zu vereinfachen, wird dadurch gelöst, daß mindestens zwei Teile über Verbindungsmittel miteinander verbunden sind und eine zusammenhängende Einheit bilden. Als Verbindungsmittel (60-63) können Faserbändchen oder Filmscharniere vorgesehen sein. Das Verfahren zur Herstellung eines miniaturisierten optischen Bauelementes sieht vor, daß die Bauteile und der Abstandsformkörper zusammen mit ihren selbstjustierenden Justageelementen jeweils in einem Schritt auf abformtechnischem Wege hergestellt werden, wobei mindestens zwei Teile gemeinsam und über Verbindungsmittel als zusammenhängende Einheit gefertigt werden.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Letland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Miniaturisiertes optisches Bauelement  
sowie Verfahren zu seiner Herstellung

**Beschreibung**

Die Erfindung betrifft ein miniaturisiertes optisches Bauelement aus mindestens zwei Bauteilen, von denen mindestens ein Bauteil optische Mikrostrukturen aufweist, wobei die Bauteile beabstandet zueinander über mindestens einen Abstandsformkörper miteinander verbunden sind, und die Bauteile und der Abstandsformkörper selbstjustierende Justagemittel für eine präzise Relativjustage beim Zusammensetzen der Bauteile und des Abstandsformkörpers aufweisen. Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Herstellung solcher miniaturisierter optischer Bauelemente.

Komplexe optische miniaturisierte Bauelemente wurden bisher in der Weise hergestellt, daß die Einzelkomponenten wie Beugungsgitter, Spiegel usw. in getrennten Fertigungsverfahren hergestellt, dann sorgfältig justiert und montiert werden mußten. Für die Massenfertigung waren diese Verfahren nicht geeignet, weil jedes optische miniaturisierte Bauelement die aufwendige Justierung der Einzelkomponenten erforderlich machte.

Um hier Abhilfe zu schaffen, wurde in der DE 3611246 C2 vorgeschlagen, die optischen Komponenten des Bauelementes einschließlich des oder der Echelette-Gitter auf röntgenlithographischem, röntgentiefenlithographisch-galvanoplastischem oder hiervon abgeleiteten abformtechnischem Wege herzustellen, wobei die Gitterlinien parallel zur Röntgenstrahlung verlaufen. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß dreidimensionale Strukturen, wie z.B. in zwei Ebenen gekrümmte Spiegel nicht hergestellt werden können,

weil in Richtung der Röntgenstrahlung wegen der geradlinigen Ausbreitung keine Strukturierung möglich ist.

Bei den mikrotechnischen Verfahren eröffnet die LIGA-Technik eine große Form- und Materialvielfalt sowie eine hohe Präzision der Detailstrukturen (s. z.B. W. Ehrfeld, H. Lehr, Rad. Physics and Chemistry, 1995, Pergamon Press). Dabei entstehen Formeinsätze, die durch verschiedene Abformtechniken als Kunststoff-, Metall- oder Keramikteil repliziert werden können und eine Strukturierung nur an den Seitenwänden des Hohlkörpers aufweisen.

Durch die Abformung eines mittels LIGA-Technik gefertigten, geöffneten Hohlkörpers wird dessen Seitenwandprofil (z.B. Gitter, Spiegel) übertragen. Die optischen Elemente weisen dabei nur in einer Ebene eine Krümmung auf, so daß eine Fokussierung des Lichts nur in dieser Ebene stattfindet. Bei der Herstellung miniaturisierter optischer Bauelemente wird zur Führung und Begrenzung des Lichtwegs in der dazu senkrechten Richtung deshalb eine Schichtwellenleiteranordnung eingesetzt, deren Höhe beschränkt ist (vgl. z.B. Interdisciplinary Science Reviews, 1993, 18, No. 3, S. 273).

Es ist daher wünschenswert, eine Freistrahloptik bei miniaturisierten Bauelementen zu realisieren, bei der die Lichtstrahlen sich ungehindert im miniaturisierten optischen Bauelement ausbreiten können. Es muß daher nach einem Herstellungsverfahren gesucht werden, das es gestattet, in zwei Ebenen gekrümmte Seitenwände des miniaturisierten Bauelementes zu fertigen und damit eine Fokussierung des Lichts in zwei zueinander senkrechten Ebenen sowie eine verbesserte Auflösung zu realisieren.

Aus der US 5,521,763 ist ein optisches Bauelement bekannt, das allerdings kein miniaturisiertes Bauelement mit optischer Mikrostruktur darstellt. Auf einer gemeinsamen Grundplatte sind eine toroidale Linse, ein polygonaler

Spiegel sowie ein Detektor angeordnet. Es handelt sich jedoch nicht um selbstjustierende Justagemittel, da die Steckelemente in Langlöchern eingesetzt werden. Eine Fixierung erfolgt mit Klebstoff und Federn.

Das japanische Abstract 61-144609(A) bezeichnet ein optisches Kuppелеlement, das zwei optische Komponenten umfaßt, die auf einer vertikalen Grundplatte befestigt sind. Über die Art der Befestigung und der Justierung werden keine Angaben gemacht.

Aus der EP 0 194 613 ist ein Verfahren zur justierten Montage optischer Bauteile bekannt. Die optischen Bauteile werden mit genauer Lage und Ausrichtung hergestellt und in definierter Weise zusammengesetzt und fixiert. Als Justageelemente weisen die Bauteile stufenartige Strukturen auf. Über Abstandsformkörper, die entsprechende Justagestrukturen besitzen, werden die optischen Bauteile im Abstand zueinander angeordnet. Die Einzelteile müssen für die Montage zusammengestellt werden, wobei darauf geachtet werden muß, welche Bauteile wie zusammengefügt werden müssen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein miniaturisiertes optisches Bauelement aus mehreren Teilen bereitzustellen, deren Montage vereinfacht ist. Es ist auch Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung solcher optischer Bauelemente bereitzustellen, wobei eine Massenfertigung möglich sein soll.

Das miniaturisierte optische Bauelement ist dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Teile über Verbindungsmittel miteinander verbunden sind und eine zusammenhängende Einheit bilden.

Die Verbindungsmittel gewährleisten eine Zuordnung der miteinander verbundenen Einzelteile, so daß bei der Montage die zusammengehörigen Bauteile sofort erkennbar sind. Die Verbindungsmittel sind vorzugsweise so

ausgestaltet und an den Bauteilen angebracht, daß der Zusammenbau eindeutig festgelegt ist.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Verbindungsmittel eine Verliersicherung darstellen.

Gerade bei der Massenfertigung werden die Einzelbauteile im Set angeboten und erst beim Anwender zusammengebaut. Damit die einzelnen zusammengehörigen Teile nicht verloren gehen, ist es von Vorteil, wenn alle Bauteile über geeignete Verbindungsmittel miteinander verbunden sind und eine zusammenhängende Einheit bilden. Diese Verbindungsmittel sind vorzugsweise elastisch und können beispielsweise elastische Faserbändchen oder Filmscharniere sein. Vorteilhafterweise sind diese Verbindungsmittel aus demselben Material gefertigt wie die Bauteile, wodurch auch der Herstellungsvorgang vereinfacht wird.

Die elastischen Verbindungsmittel sind vorzugsweise an der nicht strukturierten Wandfläche der Teile angeordnet, was den Vorteil hat, daß die einzelnen Teile zusammengefügt werden können, ohne daß die Verbindungsmittel durchtrennt werden müssen. Die Einzelteile können auch wieder auseinandergebaut werden und bleiben über die Verbindungsmittel miteinander verbunden.

Ein gesonderter Justagevorgang bei der Montage der einzelnen Teile oder eine Nachjustage entfallen, weil sich durch die an den Teilen angebrachten Justagemittel die gewünschte gegenseitige Ausrichtung und Positionierung der Teile automatisch einstellt. Beim Zusammensetzen der Teile wird eine präzise Relativjustage von ca. 1  $\mu\text{m}$  erreicht. Als Justagemittel können Vorsprünge, Vertiefungen, Steckelemente, Schnappelemente oder Schiebeelemente vorgesehen sein. Welche Art Justagemittel verwendet wird, hängt nicht nur von der Anzahl der Teile und deren gegenseitiger Anordnung, sondern auch

von der gewünschten Präzision ab. Die Justagemittel wirken vorzugsweise formschlüssig zusammen.

Dadurch, daß mehrere Einzelteile hochpräzise zusammengebaut werden können, ist die geometrische Ausführungsform des optischen Bauelements variabel. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn z.B. Miniaturspektrometer hergestellt werden sollen, weil auf diese Art und Weise eine Freistrahloptik realisiert werden kann.

Zwischen den Bauteilen verbleibt ein Freiraum, so daß die Lichtausbreitung nur im materialfreien Raum stattfindet. Dadurch wird der Vorteil erzielt, daß keine auflösungsvermindernde Dispersion, wie z.B. in Glas oder Kunststoff auftritt.

Vorzugsweise sind die optischen Mikrostrukturen nur auf einer Seite der Teile angeordnet, was die Herstellung mit entsprechenden Formen vereinfacht.

Vorzugsweise ist der Abstandsformkörper eine Grundplatte, insbesondere eine für die übrigen Teile gemeinsame Steckplatte, deren Justagemittel mit entsprechenden Justagemitteln an den übrigen Teilen zusammenwirken. Die Justagemittel können Ausnehmungen und/oder Vorsprünge sein, in die die übrigen Teile mit entsprechenden Justagemitteln eingesteckt werden. Insbesondere bei der Massenfertigung miniaturisierter Formenkörper kann durch unterschiedlich ausgebildete Steckplatten die gegenseitige Zuordnung der übrigen Teile auf einfache Weise variiert werden, ohne daß die übrigen Einzelbauteile, die mit Strukturen an ihren Oberflächen versehen sind, verändert werden müssen. Dadurch wird eine hohe Flexibilität unter Beibehaltung der Präzision bezüglich der gegenseitigen Anordnung erzielt.

Die Justagemittel sind vorzugsweise an die Teile angeformt oder in diese eingeformt. Die Herstellung und Anbringung der Justagemittel wird somit in

den Herstellungsvorgang der Teile verlagert, so daß die Justierung der Teile durch die Form für die Herstellung der Teile festgelegt wird. Es sind somit lediglich hochpräzise Formen erforderlich, mit denen eine Massenfertigung hochpräziser Bauteile mit integrierten Justagemitteln möglich ist.

Wenn das optische Bauelement ein miniaturisiertes Spektrometer ist, weist das erste Bauteil vorzugsweise mindestens eine planare oder gekrümmte Beugungsgitterstruktur und/oder mindestens eine Anschlußstruktur für polychromatisches und/oder monochromatisches Licht auf. In einer speziellen Ausführungsform zeigt das im zusammengesetzten Zustand dem als Gitterträger auszubildenden Bauteils gegenüberliegende Teil mindestens eine planare oder gekrümmte Hohlspiegelstruktur.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das erste Bauteil eine gekrümmte Beugungsgitterstruktur und ein zweites Bauteil mindestens eine Anschlußstruktur für Licht aufweisen.

Vorzugsweise weist mindestens ein Bauteil mindestens eine Ausnehmung zur Aufnahme eines Detektors auf.

Damit das Mikrospektrometer lichtdicht zur Umgebung abgeschlossen ist, ist mindestens ein Abdeckteil vorgesehen, das Justagemittel aufweist, die mit entsprechenden Justagemitteln an mindestens einem der übrigen Bauteile zusammenwirken. Das Abdeckteil kann auch U-förmig sein und somit drei Wände aufweisen.

Das Verfahren zur Herstellung solcher miniaturisierter Bauelemente ist dadurch gekennzeichnet, daß die Bauteile und der mindestens eine Abstandsformkörper zusammen mit ihren selbstjustierenden Justagemitteln jeweils in einem Schritt auf abformtechnischem Wege hergestellt werden, wobei mindestens zwei Teile



gemeinsam und über Verbindungsmittel als zusammenhängende Einheit gefertigt werden.

Die Verbindungsmittel bestehen vorzugsweise aus demselben Material wie die Bauteile und können daher vorteilhafterweise im selben Fertigungsschritt hergestellt werden.

Es ist auch möglich, bei oder vor der Fertigung der Bauteile vorgefertigte Verbindungsmittel einzulegen, wobei die Verbindungsmittel auch aus anderen Materialien als die Bauteile bestehen können.

Vorteilhafterweise wird ein mikrotechnisch hergestellter Formeinsatz verwendet, weil die abformtechnische Herstellung eine kostengünstige Fertigung in großen Stückzahlen erlaubt.

Durch die abformtechnische Herstellung der Teile unter Verwendung eines mikrotechnischen Formeinsatzes können Funktionseinheiten des Spektrometers mit ganz unterschiedlichen Abmessungen und Präzisionsanforderungen wie Wände, Justagemittel und optisches Gitter gleichzeitig gefertigt werden. Daraus resultiert ein kostengünstiger Herstellungsprozeß bei gleichzeitig hoher Qualität und Präzision.

Weil die Bauteile mit der jeweils zugeordneten Justagestruktur gemeinsam hergestellt werden und dazu ein mikrotechnischer Formeinsatz verwendet wird, wird eine sehr hohe Präzision von ca.  $1\mu\text{m}$  für die Relativlage der Teile beim Zusammenbau erreicht.

Weil sich in einer speziellen Ausgestaltung die Mikrostrukturen nur auf jeweils einer Seite der Teile befinden, ist für die abformtechnische Herstellung nur ein im wesentlichen planarer Formeinsatz mit Mikrostrukturen auf der Oberseite

notwendig. Ein solcher Formeinsatz kann aber besonders gut mit mikrotechnischen Verfahren realisiert werden.

Bei der abformtechnischen Fertigung des Spektrometers können Einlegeteile vorgesehen werden. Diese Einlegeteile werden in das Formnest eingebracht und bei der Formfüllung von der Formmasse teilweise oder vollständig umschlossen. Dabei kann es vorteilhaft sein, einen möglichst großen Bereich der Form bereits durch die Einlegeteile auszufüllen, so daß nur wenig Raum für die Formmasse verbleibt.

Durch die Verwendung von Einlegeteilen hat man den Vorteil, daß Schwindung und Verzüge des Spektrometers bei der abformtechnischen Herstellung minimiert werden. Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Einlegeteile aus einem stabilen Werkstoff (z.B. was Temperatur- und Klimaschwankungen angeht) bestehen. Durch diese Maßnahme erhält das Spektrometer insgesamt eine hohe Stabilität.

Als bevorzugtes Herstellungsverfahren sind Spritzgieß-, Reaktionsgieß- oder Spritzprägeverfahren möglich. Alle Teile können als zusammenhängende Einheit gefertigt werden, wobei entsprechende Verbindungsmittel zwischen den einzelnen Bauteilen beim Herstellungsvorgang mit ausgebildet werden. Die einzelnen Teile können auf diese Art und Weise nicht verloren gehen. Der Anwender kann die einzelnen Bauteile an den Verbindungsmitteln durchtrennen und dann die jeweiligen Bauteile miteinander verbinden. Je nach Art und Elastizität der Verbindungsmittel sowie deren Anbringung an den Teilen ist es auch möglich, die einzelnen Teile verbunden zu lassen und trotzdem zusammenstecken zu können.

Wenn die Teile nach dem Formvorgang noch weiter bearbeitet werden sollen, wie dies bei optischen Bauteilen der Fall ist, die z.B. noch verspiegelt werden müssen, empfiehlt es sich, die Teile so herzustellen, daß alle mit Strukturen

versehenen Wandflächen der Teile in einer gemeinsamen Ebene liegen. Es ist dadurch möglich, die aus mehreren Teilen bestehende Einheit in eine Beschichtungsanlage einzuführen und den Beschichtungsvorgang lediglich von einer Seite aus durchzuführen.

Es ist damit auf einfache Weise möglich, die in einer gemeinsamen Ebene liegenden Strukturen flächen- und/oder strukturselektiv zu bearbeiten. Als geeignete Verfahren sind hierfür Plasmaverfahren, Aufdampfverfahren, Sputtern oder Galvanisierverfahren denkbar. Vorzugsweise wird eine flächen- und/oder strukturselektive Verspiegelung durchgeführt.

Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1            drei miteinander verbundene Teile eines Bauelements,

Fig. 2            die in Fig. 1 gezeigte Einheit aus drei Teilen in Seitenansicht während eines Beschichtungsvorgangs,

Fig. 3            das aus drei Teilen zusammengesetzte Bauelement in perspektivischer Darstellung,

Fig. 4a  
und 4b            zwei Teile mit einer Schnappverbindung vor und nach dem Zusammensetzen,

Fig. 5a  
und 5b            zwei Teile mit einer Schieberverbindung vor und nach dem Zusammensetzen, und

Fig. 6

und 7 die miteinander verbundenen Teile eines Bauelementes vor und nach dem Zusammenfügen.

In der Fig. 1 sind drei plattenförmige Teile 10, 20 und 30 perspektivisch dargestellt, die über Verbindungsmittel in Form von Filmscharnieren 60, 61, 62 und 63 miteinander verbunden sind. Die Teile 10 und 30 besitzen optische Strukturen 50, 51, 52, 53 und 54, die zusammen ein Miniaturspektrometer bilden. Das Teil 10 ist ein Gitterträgerenteil und besitzt auf seiner Wandfläche 11 eine Struktur 50, in welcher die Bildebene liegt und die beispielsweise eine Aussparung für einen Detektor sein kann, ein ebenes Gitter 52 sowie eine Anschlußstruktur 51. Die Wandfläche 13 ist mit zwei Justagemitteln 40 in Form von quaderförmigen Vorsprüngen 41 versehen. Zwischen diesen beiden Vorsprüngen 41 sind die beiden Filmscharniere 60 und 61 angeordnet. Die untere Wandfläche 14 sowie die übrigen Wandflächen, von denen noch die Wandfläche 12 zu sehen ist, sind nicht strukturiert.

Das weitere Bauteil 30 besitzt auf seiner Wandfläche 31 zwei Hohlspiegelstrukturen 53 und 54, die nebeneinander angeordnet sind. Die Wandfläche 34 trägt Justagemittel 40 ebenfalls in Form von quaderförmigen Vorsprüngen 42, zwischen denen sich die Filmscharniere 62 und 63 befinden. Zwischen den Teilen 10 und 30 befindet sich die als Steckplatte ausgebildete Grundplatte 20, die über ihre Wandflächen 23 und 24 über die Filmscharniere 60 bis 64 mit den Bauteilen 10 und 30 verbunden ist. In der Wandfläche 21 sind als Justagemittel 40 insgesamt vier Ausnehmungen 43 angeordnet, deren Abmessungen auf die Vorsprünge 41 bzw. 42 abgestimmt sind, so daß die Teile 10 und 30 in die Steckplatte 20 formschlüssig eingesteckt werden können. Dazu müssen in dieser Ausführungsform zunächst die Filmscharniere 60, 61, 62, 63 vollständig entfernt werden, wie nachfolgend noch beschrieben wird. Durch die beim Herstellungsvorgang der Teile 10, 20 und 30 festgelegte Anordnung der Justagemittel 40 ist die räumliche Zuordnung der optischen Komponenten 50 bis 54 eindeutig festgelegt.

Bevor die einzelnen Teile 10, 20 und 30 zusammengesteckt werden, können sie einer Oberflächenbehandlung unterzogen werden, wie dies in der Fig. 2 dargestellt ist. Da alle optischen Strukturen 50 bis 54 in einer Ebene liegen, können mittels einer einzigen Maske 70 alle Bauteile struktur- oder flächenselektiv beschichtet werden, wobei die Pfeile 71 den Materialfluß während des Beschichtungsvorgangs kennzeichnen.

Nachdem die Teile auf diese Art und Weise oberflächenbearbeitet sind, werden die Teile 10, 20 und 30 an den Filmscharnieren 60 bis 64 durchtrennt bzw. die Filmscharniere werden an der Wandfläche 13 des Teils 10 bzw. der Wandfläche 34 des Teils 30 abgetrennt, so daß die Teile 10 und 30 ungehindert in die Steckplatte 20 zur Bildung eines miniaturisierten optischen Bauelements 1 in Form eines Spektrometers eingesteckt werden können. Dies ist in der Fig. 3 dargestellt. Die gegenseitige Ausrichtung und Anordnung der optischen Komponenten 50 bis 54 ist damit eindeutig vorgegeben, ohne daß es eines weiteren Justagevorgangs bedarf. Der Aufbau wird dadurch weiter stabilisiert, daß ein U-förmiges Abdeckteil 80 mit weiteren Justageelementen 40 aufgesteckt wird. Das Mikrospektrometer wird dadurch auch vor Lichteinfall von außen geschützt.

Weitere Ausführungsformen der Justagemittel sind in den Fign. 4a, 4b und 5a sowie 5b dargestellt, wobei die Verbindungsmittel der Übersichtlichkeit halber weggelassen wurden. In der Fig. 4a sind paarweise Schnappelemente 44a und 44b am Teil 30 angeformt. Jedes Schnappelement besteht aus einem langen Schenkel 45, der rechtwinklig am Bauteil 30 angeordnet ist, und einem rechtwinklig dazu angeordneten kurzen Schenkel 46, der am freien Ende des langen Schenkels 45 angeformt ist. Die Steckplatte 20 besitzt als entsprechende Justagemittel 40 Ausnehmungen in Form von Durchbrechungen 43, in die die Schnappelemente 44a und 44b eingeführt werden können. Da die Schnappelementpaare 44a und 44b jeweils elastisch ausgebildet sind, können diese zum Einführen aufeinander zu bewegt werden, so daß die beiden kurzen

Schenkel 46 in die Durchbrechung 43 der Steckplatte 20 passen. Wenn die Schnappelemente 44a und 44b vollständig eingesteckt sind, wie dies in der Fig. 4b dargestellt ist, bewegen sich die beiden Schnappelemente 44a und 44b wieder in ihre ursprüngliche Position zurück, wobei die kurzen Schenkel 46 die Steckplatte 20 hintergreifen und auf diese Art und Weise für einen festen unverrückbaren Sitz des Bauteils 30 sorgen.

In der Fig. 5a ist eine weitere Ausführungsform dargestellt. Die Steckplatte 20 besitzt als Justagemittel 40 eine T-förmige Schiene 47, deren entsprechendes Gegenstück im Bauteil 30 in Form einer H-förmigen Ausnehmung 48 vorgesehen ist. Die Steckplatte 20 kann mittels dieses T-förmigen Abschnitts oder T-förmigen Schiene 47 in die H-förmige Ausnehmung 48 eingeschoben werden, wie dies in der Fig. 5b dargestellt ist. Beide Bauteile 20 und 30 sind auf diese Weise zueinander fixiert. Um eine seitliche Verschiebung zu verhindern, weist vorzugsweise die Komponente 30 einen seitlichen Vorsprung auf (nicht sichtbar in Fig. 5a,b), der zur Anschlagjustage dient.

In der Fig. 6 ist eine zusammenhängende Einheit aus drei Teilen 10, 20 und 30 dargestellt, wobei die Filmscharniere 60, 62 jeweils an der Unterseite 14, 24, 24 der Teile 10, 20 und 30 angeordnet sind. Während die Filmscharniere gemäß Fig. 1 aus steifem Material sein konnten, weil sie ohnehin abgetrennt werden, sind die hier gezeigten Filmscharniere 60, 62 elastisch, so daß sie beim Zusammenfügen (s. Fig. 7) an den Teilen 10, 20 und 30 verbleiben können. Das Bauteil 30 weist eine Aufnahme für eine Glasfaser auf und das Bauteil 10 ein konkav gekrümmtes Gitter 52. Außerhalb der in Fig. 6 und 7 dargestellten Schnittebene befindet sich in dem Bauteil 30 eine weitere Aufnahme für einen Detektor.

Weil sich in dieser speziellen Ausgestaltung der Erfindung Mikrostrukturen nur auf jeweils einer Seite der Elemente 10, 20, 30 befinden, ist für die abformtechnische Herstellung nur ein im wesentlichen planarer Formeinsatz

mit Mikrostrukturen auf der Oberseite notwendig. Ein solcher Formeinsatz kann aber besonders gut mit mikrotechnischen Verfahren realisiert werden.

Die Justage wird in diesem Ausführungsbeispiel durch stufenförmige Strukturen 40, 43 erreicht. In einem lithographischen Herstellungsprozeß wird die Kante dieser Strukturen durch die Maske bestimmt und ist daher mit hoher Präzision zu den weiteren Strukturen ausgerichtet.

Eine haltbare Verbindung der Bauteile läßt sich während oder nach der Montage, z.B. durch das Auftragen eines Klebers, durch Laserschweißen oder ähnliche Verbindungstechniken an den Stoßstellen der Einzelteile herstellen.

**Bezugszeichen**

10	Bauteil
11	Wandfläche
12	Wandfläche
13	Wandfläche
14	Wandfläche
20	Grundplatte
21	Wandfläche
22	Wandfläche
23	Wandfläche
24	Wandfläche
30	Bauteil
31	Wandfläche
32	Wandfläche
33	Wandfläche
34	Wandfläche
40	Justagemittel
41	Vorsprung
42	Vorsprung
43	Ausnehmung
44a	Schnappelement
44b	Schnappelement
45	langer Schenkel
46	kurzer Schenkel
47	T-förmiger Abschnitt
48	H-förmige Ausnehmung
50	Bildebene
51	Anschlußstruktur
52	Plangitterstruktur



53	Hohlspiegelstruktur
54	Hohlspiegelstruktur
60	Fimscharniere
61	Filmscharniere
62	Filmscharniere
63	Filmscharniere
70	Maske
71	Pfeile für Materialfluß
80	Abdeckteil

### Patentansprüche

1. Miniaturisiertes optisches Bauelement aus mindestens zwei Bauteilen, von denen mindestens ein Bauteil optische Mikrostrukturen aufweist, wobei die Bauteile (10,30) beabstandet zueinander über mindestens einen Abstandsformkörper miteinander verbunden sind, und die Bauteile (10, 30) und der Abstandsformkörper selbstjustierende Justagemittel (40) für eine präzise Relativjustage beim Zusammensetzen der Bauteile (10, 30) und des Abstandsformkörpers aufweisen, **dadurch gekennzeichnet,**

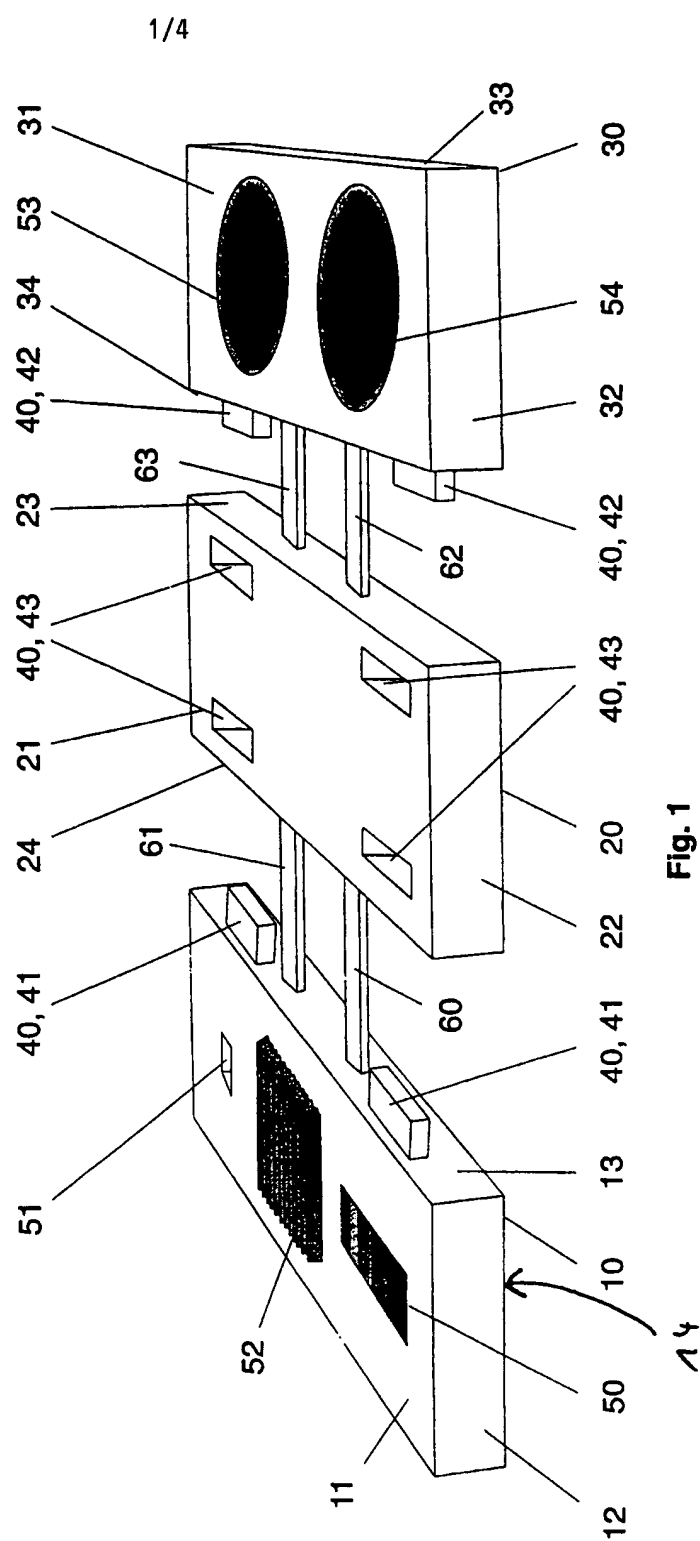
daß mindestens zwei Teile (10, 20, 30) über Verbindungsmittel miteinander verbunden sind und eine zusammenhängende Einheit bilden.

2. Bauelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Abstandsformkörper eine für die Bauteile (10, 30) gemeinsame Steckplatte ist, deren Justagemittel (40) mit entsprechenden Justagemitteln (40) an den übrigen Bauteilen (10, 30) zusammenwirken.
3. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Justagemittel (40) Steckelemente (41, 42), Schnappelemente (44a, 44b), Schiebeelemente (47, 48), Vorsprünge (41, 42) und/oder Ausnehmungen (43) sind.
4. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Justagemittel (40) der Teile (10, 20, 30) angeformt und/oder eingeformt sind.

5. Bauelement nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbindungsmittel elastische Faserbändchen oder Filmscharniere (60-63) sind.
6. Bauelement nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbindungsmittel aus demselben Material wie die Teile (10, 20, 30) bestehen.
7. Bauelement nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbindungsmittel elastisch sind und an der strukturierten Wandfläche (11,31) abgewandten Wandfläche (14,34) der Bauteile (10,30) angeordnet sind.
8. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein erstes Bauteil (10) mindestens eine planare oder gekrümmte Beugungsgitterstruktur (52) und/oder mindestens eine Anschlußstruktur (51) für polychromatisches und/oder monochromatisches Licht und ein zweites, im zusammengesetzten Zustand dem ersten Bauteil (10) gegenüberliegendes Bauteil (30) mindestens eine planare oder gekrümmte Hohlspiegelstruktur (53,54) aufweist.
9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein erstes Bauteil (10) eine gekrümmte Beugungsgitterstruktur und ein zweites Bauteil (30) mindestens eine Anschlußstruktur für Licht aufweist.
10. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein Bauteil (10, 30) mindestens eine Ausnehmung zur Aufnahme eines Detektors aufweist.

11. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein Abdeckteil (80) vorgesehen ist, das Justagemittel (40) aufweist, die mit entsprechenden Justagemitteln (40) an mindestens einem der übrigen Bauteile (10,20,30) zusammenwirken.
12. Verfahren zur Herstellung eines miniaturisierten optischen Bauelements aus mindestens zwei Bauteilen, wovon mindestens ein Bauteil optische Mikrostrukturen aufweist und mindestens einem Abstandsformkörper, wobei die Bauteile über die Justagemittel zusammengefügt werden, **dadurch gekennzeichnet**,  
  
daß die Bauteile und der mindestens eine Abstandsformkörper zusammen mit ihren selbstjustierenden Justagemitteln jeweils in einem Schritt auf abformtechnischem Wege hergestellt werden, wobei mindestens zwei Teile gemeinsam und über Verbindungsmittel als zusammenhängende Einheit gefertigt werden
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbindungsmittel aus demselben Material wie die Bauteile und im gleichen Fertigungsschnitt hergestellt werden.
14. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß Verbindungsmittel bei oder vor der Herstellung der Bauteile eingelegt werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei der abformtechnischen Herstellung Einlegeteile umformt werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß Einlege­teile aus metallischen oder keramischen Materialien verwendet werden.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Spritzgieß-, ein Reaktionsgieß- oder ein Spritzprä­geverfahren eingesetzt wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teile so hergestellt werden, daß alle mit Strukturen versehenen Wandflächen der Teile in einer gemeinsamen Ebene liegen.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teile in planarer Anordnung gemeinsam in eine Beschichtungseinrichtung eingebracht werden.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer gemeinsamen Ebene liegenden Strukturen flächen- und/oder struktureselektiv bearbeitet werden.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine flächen- und/oder struktureselektive Bearbeitung mittels Plasmaverfahren, Aufdampfen, Sputtern oder Galvanisieren erfolgt.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine flächen- und/oder struktureselektive Verspiegelung durchgeführt wird.



**Fig. 1**

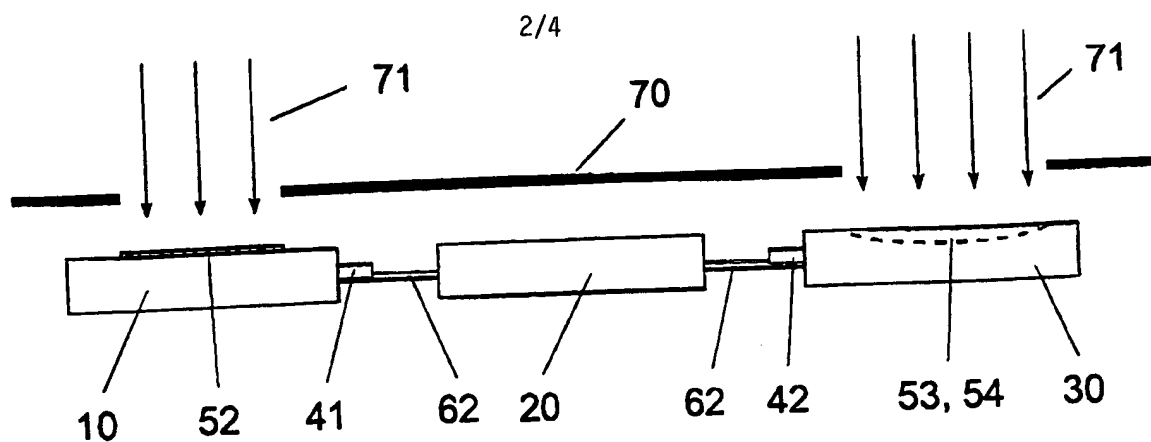


Fig. 2

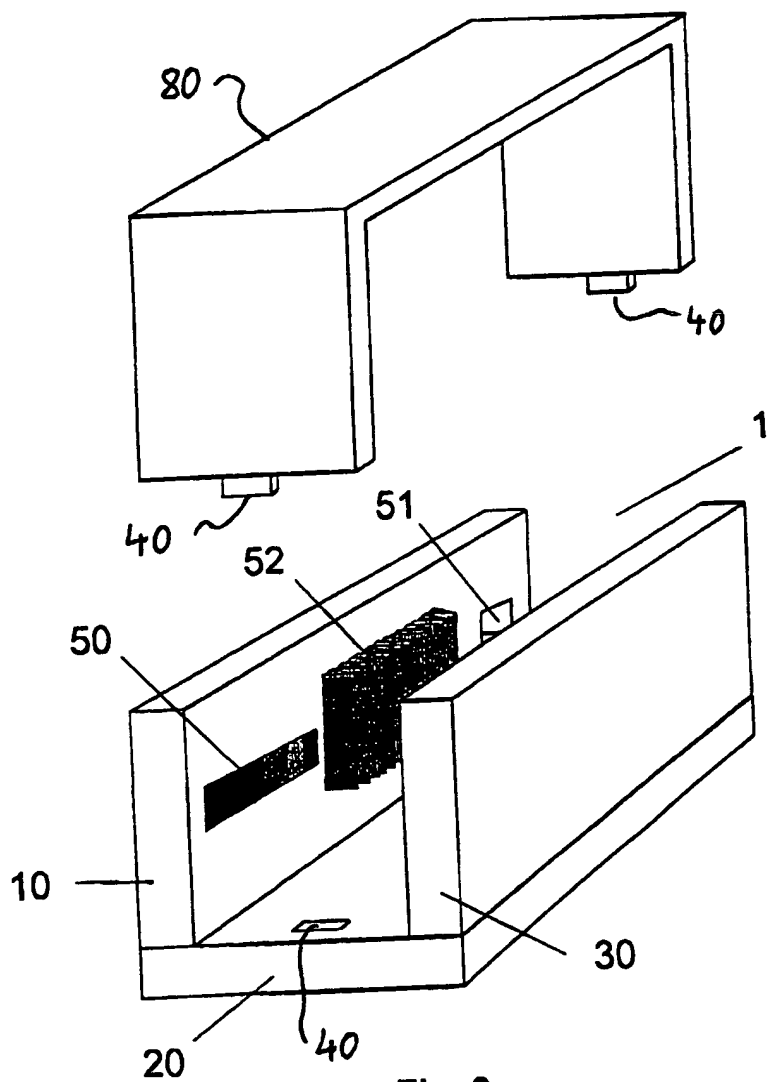


Fig. 3

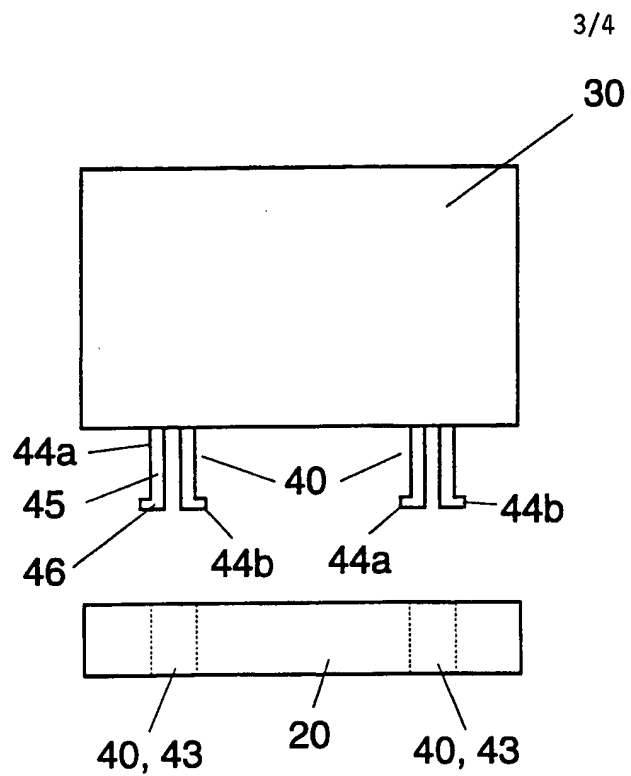


Fig. 4a

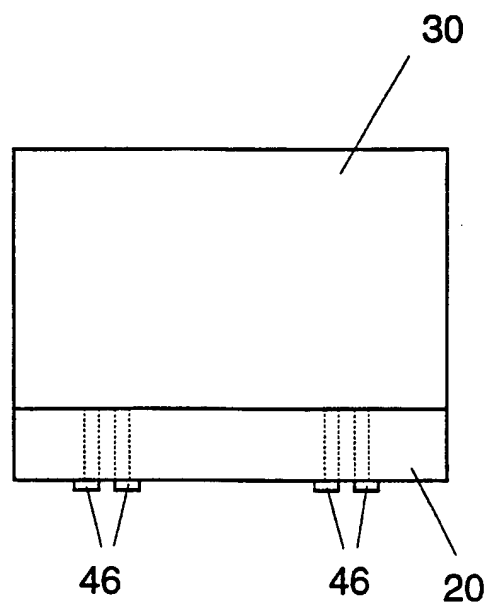


Fig. 4b

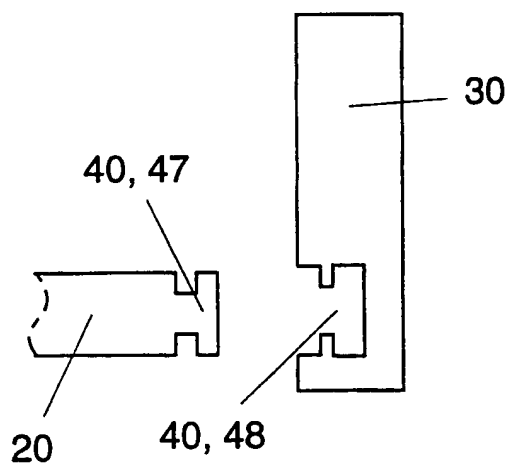


Fig. 5a

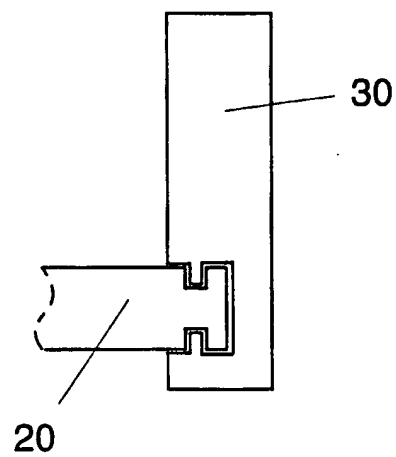


Fig. 5b



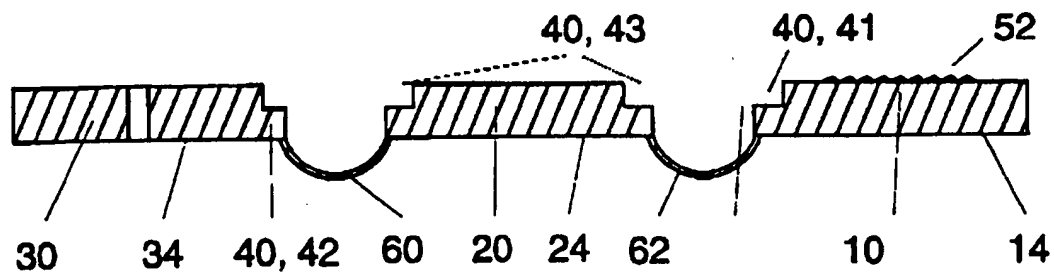


Fig. 6

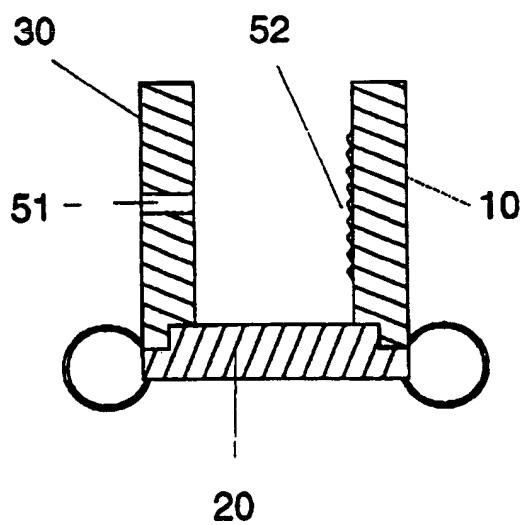


Fig. 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int :ional Application No

PCT/EP 98/02402

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G02B6/34 G02B6/36

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 341 (P-517), 18 November 1986 & JP 61 144609 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO), 2 July 1986 cited in the application see abstract ---	1,12
A	EP 0 194 613 A (ZEISS CARL FA ;ZEISS STIFTUNG (DE)) 17 September 1986 cited in the application see page 3, last paragraph - page 4, last paragraph; figures 1,2 ---	1,12
A	DE 44 23 842 A (HIRSCHMANN RICHARD GMBH CO ;IMM INST MIKROTECH (DE)) 16 March 1995 see figure 1 --- -/--	1,12

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 August 1998

Date of mailing of the international search report

25/08/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sarneel, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int lional Application No

PCT/EP 98/02402

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 42 12 208 A (BOSCH GMBH ROBERT) 14 October 1993 cited in the application see column 6, line 63 - column 7, line 52; figure 7 ----	1,12
A	EP 0 176 623 A (QUANTE FERNMELEDETECHNIK GMBH) 9 April 1986 see page S, line 18 - line 31; figure 1 -----	1,11,12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No.

PCT/EP 98/02402

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0194613	A	17-09-1986	DE 3509131 A	18-09-1986
			JP 61217017 A	26-09-1986
			US 4644632 A	24-02-1987
-----				
DE 4423842	A	16-03-1995	NONE	
-----				
DE 4212208	A	14-10-1993	WO 9321550 A	28-10-1993
			EP 0635139 A	25-01-1995
			JP 8500448 T	16-01-1996
			US 5526454 A	11-06-1996
-----				
EP 0176623	A	09-04-1986	DE 3422972 A	02-01-1986
			DK 183985 A	23-12-1985
-----				

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In: tionales Aktenzeichen

PCT/EP 98/02402

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G02B6/34 G02B6/36

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 341 (P-517), 18. November 1986 & JP 61 144609 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO), 2. Juli 1986 in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung ---	1,12
A	EP 0 194 613 A (ZEISS CARL FA ; ZEISS STIFTUNG (DE)) 17. September 1986 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 3, letzter Absatz - Seite 4, letzter Absatz; Abbildungen 1,2 ---	1,12
A	DE 44 23 842 A (HIRSCHMANN RICHARD GMBH CO ; IMM INST MIKROTECH (DE)) 16. März 1995 siehe Abbildung 1 ---	1,12
	---	
	---	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. August 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/08/1998

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sarneel, A

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/02402

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 42 12 208 A (BOSCH GMBH ROBERT) 14. Oktober 1993 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 6, Zeile 63 - Spalte 7, Zeile 52; Abbildung 7 ---	1,12
A	EP 0 176 623 A (QUANTE FERNMELEDETECHNIK GMBH) 9. April 1986 siehe Seite 5, Zeile 18 - Zeile 31; Abbildung 1 -----	1,11,12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In: ionales Aktenzeichen

PCT/EP 98/02402

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0194613	A	17-09-1986	DE 3509131 A 18-09-1986
			JP 61217017 A 26-09-1986
			US 4644632 A 24-02-1987
-----			
DE 4423842	A	16-03-1995	KEINE
-----			
DE 4212208	A	14-10-1993	WO 9321550 A 28-10-1993
			EP 0635139 A 25-01-1995
			JP 8500448 T 16-01-1996
			US 5526454 A 11-06-1996
-----			
EP 0176623	A	09-04-1986	DE 3422972 A 02-01-1986
			DK 183985 A 23-12-1985
-----			